

EVALUASI SISA UMUR DAN ANALISIS KINERJA OPERASIONAL PADA TANGKI T-125 DIKILANG PPSDM MIGAS CEPU

Yudha Assiddiqi^{1*}, Hafid Suharyadi¹

¹Teknik Mesin Kilang, PEM Akamigas, Jl. Gajah Mada No.38, Blora, Jawa Tengah, 58315

*E-mail : yudhaassiddiqi01@gmail.com

ABSTRAK

Tangki timbun adalah tempat yang digunakan untuk menyimpan produk minyak sebelum didistribusikan kepada konsumen. Tangki timbun yang berukuran besar dan digunakan untuk tekanan rendah. Didalam suatu *refinery* memiliki desain yang beraneka ragam berdasarkan fungsinya atau jenis fluida yang ditampungnya. Dalam jurnal ini, tangki penyimpan solar memiliki kapasitas 98 kl telah dirancang dengan meninjau karakteristik fluida dan informasi geoteknik dan meteorologi pada lokasi tangki ini dibangun yaitu diPPSDM Migas Cepu. Parameter tangki ditentukan menggunakan persamaan desain dasar. Perhitungan rinci juga dilakukan untuk memastikan stabilitas tangki menggunakan prosedur standar dari API 653. Tangki dengan kapasitas 98 kl ini memiliki tinggi 3,730 meter dan diameter 5,992 meter ini memiliki tekanan hidrostatik dengan massa jenis solar 28,660 Pa pada *course* 1, 22,973 Pa pada *course* 2 dan 10,353 Pa pada *course* 3. Adapun tebal minimum yang di dapat pada *course* 1 0,3247 mm, *course* 2 0,2540 mm dan *course* 3 0,0885 mm. Laju korosi pada setiap *course* juga didapatkan pada *course* 1 sebesar 0,13 mm pertahun, *course* 2 sebesar 0,11 mm pertahun dan *course* 3 sebesar 0,13 mm. Sisa umur tangki ini pada setiap *course* juga didapatkan hasil yaitu untuk *course* 1 adalah 8,15 tahun, *course* 2 adalah 11,45 tahun dan *course* 3 adalah 5,84 tahun.

Kata kunci: *Tangki timbun solar, tekanan hidrostatik, tebal minimum, laju korosi, sisa umur*

1. PENDAHULUAN

Dalam industri Migas dibutuhkan alat yang bisa menampung bahan baku fluida produk atau produk BBM maupun Non BBM, adapun yaitu alatnya tangki timbun. Dalam operasi dan lama waktu pemakaian tangki timbun kemungkinan akan mengalami kerusakan dikarenakan adanya beberapa faktor diantaranya itu korosi. Korosi merupakan kerusakan logam yang dipengaruhi oleh lingkungan. Pengukuran laju korosi sangat di perlukan dikarenakan untuk mengetahui seberapa cepat lajunya korosi dan sisa umur pakai tangki timbun tersebut. Maka harus dilakukan inspeksi dan perawatan secara berkala [1]. Pada saat melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PPSDM Migas Cepu terdapat banyak korosi pada tangki T-125.

Rumusan masalah yang akan dihadapi yaitu menghitung tekanan hidrostatik, menghitung tebal minimum, laju korosi, dan sisa usia pada setiap *course* pada tangki timbun tangki T-125 di PPSDM Migas Cepu. Dasar teori dari penulisan jurnal meliputi, tangki timbun (*storage tank*), adalah sarana untuk menyimpan fluida gas dan cairan. Tangki digunakan dalam industri minyak dan gas bumi untuk menyimpan minyak dan gas bumi sebelum dan sesudah diproses. Tangki yang memiliki ukuran sangat besar biasanya memiliki tekanan yang rendah. Klasifikasi tangki timbun berdasarkan letaknya dibagi menjadi 2 yaitu *Aboveground Tank*, adalah jenis tangki penimbun yang diletakkan di atas permukaan tanah. Tangki ini dapat berbentuk horizontal (melebar) atau vertikal (tegak). *Underground Tank*, adalah tangki yang berada dibawah permukaan tanah [3].

Klasifikasi berdasarkan *roofnya*, *fixed roof tank* merupakan tipe tangki yang memiliki atap yang tidak berubah atau tidak dapat berpindah lokasi. Jenis tangki ini umumnya digunakan untuk menyimpan fluida dengan tekanan uap rendah atau atmosferik. Pada *fixed roof tank*, terdapat ruang kosong atau *vapor space* yang terletak antara permukaan cairan dan atap tangki. Jika *vapor space* terisi oleh udara yang mudah terbakar, maka dapat menyebabkan terjadinya ledakan. Oleh karena itu, *fixed roof tank* dilengkapi dengan *vent* untuk mengatur tekanan dalam tangki agar mendekati tekanan atmosfer. Tangki ini cocok untuk menyimpan fluida yang tidak mudah menguap. *Floating roof tank* adalah jenis tangki penyimpanan yang memiliki dinding yang sama seperti tangki *fixed roof tank*, tetapi atapnya bisa bergerak naik turun sesuai dengan level liquid yang tersedia. Tangki ini dirancang khusus untuk menyimpan bahan-bahan yang mudah terbakar atau mudah menguap, seperti kondensat dan minyak tanah. Keuntungan dari jenis tangki ini adalah tidak terdapat *vapor space* sehingga dapat mengurangi kehilangan akibat penguapan dan mengurangi risiko kebakaran. Namun, desain *floating roof tank* harus memperhitungkan daya apungnya terhadap segala kondisi yang mungkin terjadi pada atapnya [8].

Berdasarkan cara penyambungannya, *Riveted Tank* (pemasangan pelatnya dengan dikeling), *Welded Tank* (pemasangan pelatnya dengan dilas) dan *Bolted Tank* (pemasangan pelatnya dengan caradiberi packing dan diikat dengan mur dan baut) [2].

Korosi adalah peristiwa rusak suatu material yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi secara seragam pada permukaan logam. Sehingga terjadi penipisan pada permukaan dan akhirnya menyebabkan kegagalan karena tidak mampu untuk menahan beban. Macam-macam korosi adalah *general corrosion* (korosi menyeluruh), *Galvanic corrosion* (korosi galvanik), *Crevice corrosion* (korosi celah), *Intergranular corrosion* (korosi batas butir), *Erosion corrosion* (korosi erosi) [8]. Korosi pada tangki merupakan permasalahan serius yang dapat mengurangi efisiensi dan daya tahan struktur penyimpanan cairan atau gas. Proses korosi terjadi ketika bahan logam pada tangki, seperti baja atau besi, bereaksi dengan oksigen dan air, membentuk karat yang merusak permukaan logam. Korosi dapat memperlemah kekuatan struktural tangki, menyebabkan kebocoran, dan bahkan mengancam keselamatan operasional jika tidak ditangani dengan baik. Faktor-faktor yang mempercepat korosi meliputi kelembapan tinggi, pH yang tidak stabil, dan adanya zat kimia agresif dalam cairan yang disimpan.

Tekanan hidrostatik digunakan untuk mengetahui tekanan yang ada di dalam tangkitimbun dapat dihitung menggunakan persamaan berikut (API 653, 2003) :

$$P = \rho \cdot g \cdot h \quad (1)$$

Untuk menentukan Tebal Minimum Pelat yang diizinkan pada tangki timbun solar tersebut dapat menggunakan rumus [2] :

$$T_{\min} = \frac{2,6(H-1)DG}{SE} \quad (2)$$

Untuk menentukan laju korosi pada tangki dapat dilakukan dengan menggunakan rumus berikut [2] :

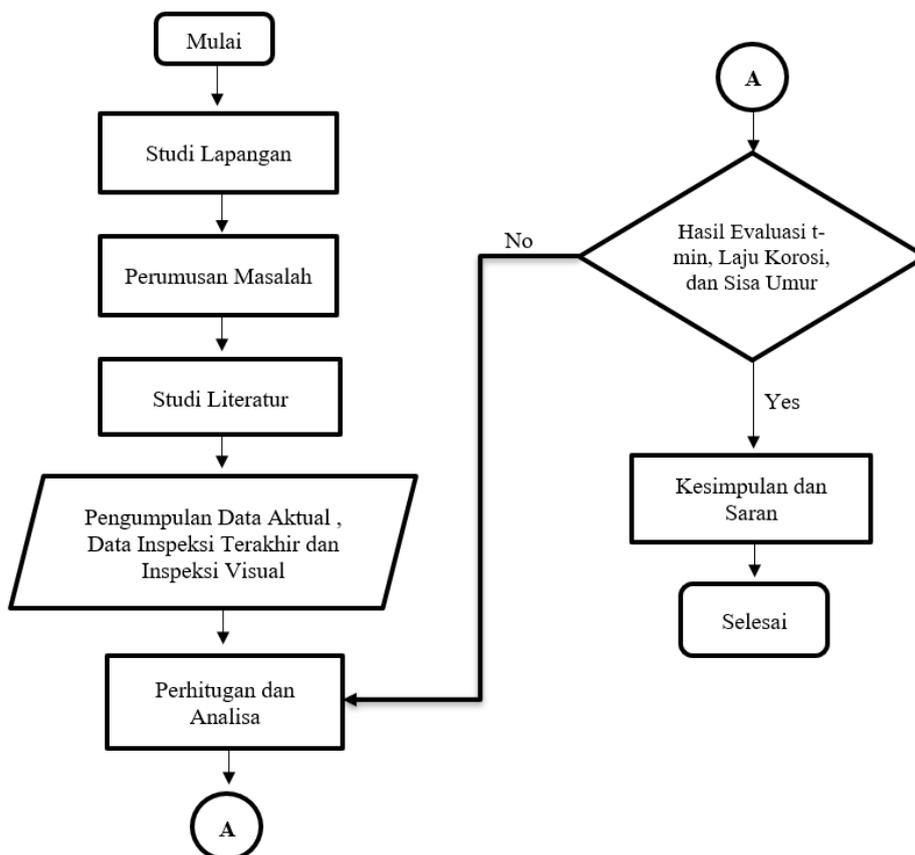
$$CR = \frac{t(\text{desain}) - t(\text{aktual})}{\Delta T} \quad (3)$$

Untuk menentukan sisa umur dapat dilakukan dengan rumus berikut [2] :

$$RL = \frac{t(\text{aktual}) - t(\min)}{CR} \quad (4)$$

2. METODE

Untuk memastikan penelitian dilakukan dengan cara yang sistematis dan sesuai dengan standar yang berlaku, penting untuk menggunakan metode penelitian yang terstruktur. Dalam penelitian ini, metode yang digunakan disajikan dalam bentuk diagram alir, yang merujuk pada panduan yang terdapat dalam sebuah buku acuan. Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah.



Gambar 1. Diagram alir metode penelitian

Data sampel inspeksi yang diambil menggunakan UT *thickness gauge* merupakan data aktual yang digunakan untuk melakukan analisa dan perhitungan. Pada penelitian ini membutuhkan beberapa alat yang wajib digunakan untuk melakukan pengukuran ketebalan aktual. Beberapa jenis alat yang wajib digunakan adalah UT *thickness gauge* yang digunakan untuk media pengukuran dan penampilan display *value* ketebalan aktual dengan spesifikasi Olympus 45 MG *Ultrasonic Thickness Gauge*, selain itu ada beberapa alat tambahan yaitu blok kalibrasi yang digunakan untuk mengkalibrasi UT *thickness gauge*, *probe* yang berfungsi sebagai sensor yang digunakan untuk mengukur ketebalan aktual pelat *storage tank*, dan yang terakhir adalah couplant yang berfungsi sebagai penghubung antara *probe* dengan material sekaligus menjadi pelindung untuk sensor itu sendiri. Beberapa peralatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini adalah melakukan pengukuran pada daerah kritis pada setiap pelat *storage tank*. Ini bermaksud karena setiap titik kritis sudah bisa mewakili ketebalan minimum aktual pada setiap pelat *storage tank* T-125 PPSDM Migas. Hasil dari ketebalan yang didapatkan akan dikumpulkan dan diambil data ketebalan yang paling kritis (kecil) dan selanjutnya akan dilakukan perhitungan t-min, laju korosi dan sisa umur *Storage Tank* T-125 PPSDM Migas.



Gambar 2. Ultrasonic Thickness Gauge, Blok Kalibrasi, Couplant, dan Probe

3. PEMBAHASAN

A. Spesifikasi Tangki Timbun

Tangki T-125 PPSDM Migas merupakan salah satu alat pendukung proses yang berfungsi sebagai alat untuk menyimpan solar. Spesifikasi tangki T-125 PPSDM Migas dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Data Tangki 125 – Solar

No.	Data Tangki 125 – Solar	
1.	Dibangun	Juni, 1984
2.	Jenis Penyambungan	Welded
3.	Standar Konstruksi	API 653
4.	Material tanki	Unknown
5.	Tipe	Vertical, Welded Tank
6.	Jenis Fluida yang Ditampung	Diesel Fuel (Solar)
7.	Specific Gravity Fluida	0, 81
8.	Diameter	5,992 m
9.	Tinggi	3,730 m
10.	Tinggi Cairan	3,477 m
11.	Tinggi Meja Ukur	-
12.	Kapasitas	98 kl
13.	Tebal Pelat (Shell)	

	Course 1	3,6 mm
	Course 2	3,8 mm
	Course 3	3,3 mm

B. Inspeksi Tangki

Pada tahun 2023 yaitu pada pelaksanaan penelitian ini dilakukannya pengukuran ketebalan aktual dengan menggunakan UT *thickness gauge*. UT *thickness gauge* adalah sebuah metode pengukuran dimensi, kecacatan, dan evaluasi suatu material dan pengetesan ini termasuk dalam jenis tidak merusak (Non Destructive Test). Cara sesuai dengan hasil dari pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2, 3, 4 sebagai berikut.

Tabel 2. Tebal Pelat Course 1 Tangki T-125

HASIL PENGUKURAN SHELL THICKNESS							
Actual Thickness (mm)							
Course	Titik	1	2	3	4	t min	t average
1 COURSE	1	5,1	4,6	4,6	4,8	3,6	4,6
	2	4,7	4,8	4,8	4,9		
	3	4,4	3,6	4,5	4,1		
	4	4,2	4,6	4,7	5		
	5	4,9	4,7	4,7	4,7		
	6	4,3	4,1	4,3	4,7		
	7	4,6	4,3	4,6	5,1		
	8	4,8	4,8	4,7	4,8		
	9	4,5	4,5	4,3	4,4		

Tabel 3. Tebal Pelat Course 2 Tangki T-125

HASIL PENGUKURAN SHELL THICKNESS							
Actual Thickness (mm)							
Course	Titik	1	2	3	4	t min	t average
2 COURSE	1	4,9	4,6	4,9	4,9	3,8	4,7
	2	5,2	5	4,9	5		
	3	4,8	4,7	4,9	4,8		
	4	4,9	4,7	5	4,7		
	5	4,9	4,5	5,3	4,7		
	6	4,8	3,8	5,2	4,8		
	7	4,9	4,4	4,8	5		
	8	5	5	5,2	5,2		
	9	4,7	4,7	4,9	4,9		

Tabel 4. Tebal Pelat Course 3 Tangki T-125

HASIL PENGUKURAN SHELL THICKNESS							
Actual Thickness (mm)							
Course	Titik	1	2	3	4	t min	t average
3 COURSE	1	4,8	4,6	4,5	4,5	3,3	4,4
	2	5	4,8	4,1	4,5		
	3	4,7	4	4,8	4,5		
	4	4,1	4,1	4,4	3,3		
	5	4,5	4,4	4,3	4,2		
	6	4,2	5	4,4	4,7		
	7	4,7	4,3	4,3	4,5		
	8	4,3	4,5	4,6	4,3		
	9	3,3	4	4,5	4,7		



Gambar 2. Pengukuran Ketebalan Aktual Menggunakan UT Thickness Gauge

Setelah didapatkannya data ketebalan aktual dan ketebalan sebelumnya maka dapat dilihat adanya pengurangan ketebalan yang lumayan signifikan. Pada *course* pertama mempunyai ketebalan kritis sebesar 3,6 mm, *course* kedua mempunyai ketebalan kritis 3,8 mm dan *course* ketiga mempunyai ketebalan kritis sebesar 3,3 mm. Setelah ketebalan kritis aktual setiap *course* sudah diketahui maka dapat mengetahui ketebalan minimum, laju korosi, dan sisa umur yang dihitung menggunakan Persamaan 4.

C. Perhitungan

Perhitungan hidrostatik menggunakan persamaan (1), jika diketahui:

$$\begin{aligned}
 \rho_{air} &= 1.000 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho_{solar} &= 841,1 \text{ kg/m}^3 \\
 g &= 9,8 \text{ m/s}^2 \\
 h_{course 1} &= 3,477 \text{ m} \\
 h_{course 2} &= 2,787 \text{ m} \\
 h_{course 3} &= 1,256 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan tekanan hidrostatik dapat dilihat pada Tabel 5. Dapat disimpulkan jika tekanan hidrostatik paling besar berada di *course* 1 karena berada pada bagian paling bawah tangki, yang mana jika semakin tinggi tangki maka tekanan terbesar pada posisi paling bawah.

Tabel 5. Tekanan Hidrostatik

Bagian		h(m)	Psolar(Pa)	Keterangan
Shell	Course 1	3,477	28,660	Acceptable
	Course 2	2,787	22,973	Acceptable
	Course 3	1,256	10,353	Acceptable

Perhitungan tebal pelat minimum dapat menggunakan persamaan (2), jika diketahui:

$$\begin{aligned}
 E &= 0.7 \\
 S \text{ course 1 dan 2} &= 23.597 \text{ lbf/in}^2 \\
 S \text{ course 3} &= 25.960 \text{ lbf/in}^2 \\
 G &= 0,81 \\
 D &= 19,659 \text{ ft} \\
 H \text{ course 1} &= 11,881 \text{ ft} \\
 H \text{ course 2} &= 9,144 \text{ ft} \\
 H \text{ course 3} &= 4,124 \text{ ft}
 \end{aligned}$$

Tebal minimum tangki dipengaruhi oleh tinggi tangki, semakin tinggi *course* tangki maka semakin besar tebal minimum yang dihasilkan. Hasil analisa tebal minimum ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Tebal Minimum

Bagian	Tebal minimum		T actual	keterangan	
	inch	mm			
shell	course 1	0,0127	0,3247	3,6	Acceptable
	course 2	0,0100	0,2540	3,8	Acceptable
	course 3	0,0034	0,0885	3,3	Acceptable

Perhitungan laju korosi dapat menggunakan persamaan (3), jika diketahui:

$$\Delta T = 2022-2016 = 6 \text{ years}$$

Hasil perhitungan laju korosi dapat dilihat pada Tabel 7. Laju Korosi dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk faktor udara, semakin tinggi *course* tangki semakin tinggi juga laju korosi yang di hasilkan.

Tabel 7. Laju Korosi

Bagian	Laju Korosi (mm/tahun)	
Shell	Course 1	0,13
	Course 2	0,11
	Course 3	0,13

Perhitungan sisa usia dapat menggunakan persamaan (4), Sisa umur dipengaruhi oleh tebal pelat paling kritis, laju korosi, dan tebal aktualnya maka semakin tinggi laju korosi dan semakin

tipis pelat dapat mempengaruhi sisa umur tangki.

Tabel 8. Sisa Umur

	Bagian	Sisa Umur (<i>Remaining Life</i>)	Keterangan
Shell	Course 1	8,15 years	Acceptable
	Course 2	11,45 years	Acceptable
	Course 3	5,84 years	Acceptable

D. Pemeliharaan Tangki

Metode *Cathodic Protection* adalah sebuah metode untuk menghambat laju korosi. Pada Tangki T – 125 menggunakan *Cathodic Protection* jenis anode korban. Dimana pada tangki akan disambungkan kabel yang di salah satu ujungnya sudah di sambungkan pada anode korban yang di tanam pada tanah. Selanjutnya metode *coating* adalah sebuah proses untuk melapisi plat dengan cat untuk mengurangi laju korosi yang disebabkan terutama oleh lingkungan. Pada tangki T – 125 di bagian bawah di gunakan cat yang lebih bagus karena bagian bawah lebih cepat mengalami korosi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan data yang didapatkan dari Praktikum Kerja Lapangan di PPSDM Migas Cepu, setelah melakukan inspeksi visual dan pengukuran ketebalan pada *course storage tank* T-125 PPSDM Migas Cepu maka dapat disimpulkan sebagai berikut tekanan hidrostatik yang didapatkan Tangki T-125 menggunakan solar, menghasilkan tekanan sebesar 28,660 Pa untuk *course 1*, 22,973 Pa untuk *course 2*, dan 10,353 Pa untuk *course 3*. Tebal minimum pelat yang terbesar terdapat pada *course 1* sebesar 0,3247 mm dan yang terkecil terdapat pada *course 3* sebesar 0,0885 mm. Hasil perhitungan laju korosi pada tangki T-125 yang terbesar terdapat pada *course 3* sebesar 0,13 mm/tahun dan yang terkecil terdapat pada *course 2* sebesar 0,11 mm/tahun. Hasil perhitungan sisa umur pada tangki, pada setiap *course* menghasilkan pada *course 1* memiliki sisa umur 8,15 tahun, *course 2* memiliki sisa umur 11,45 tahun, *course 3* memiliki sisa umur 5,84 tahun. Perhitungan ini berdasarkan tahun 2022.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dicky Pranata Ritonga, 2017, “Makalah Tangki (Tugas AIK)”, diakses pada 15 mei 2023, dari <https://www.scribd.com/document/343301273/Makalah-Tangki-Tugas-AIK>
- [2] API STANDARD 653 *Fifth Edition*, November 2014, “*Tank Inspection, Repair, Alteration, and Reconstruction.*”
- [3] Duta Selaras Solusindo, 2017, “Bejana Tekan dan Tangki Timbun”, diakses pada 26 september 2024, dari <http://dutaselarassolusindo.com/bejana-tekanan-dan-tangki-timbun/>
- [4] Ricky Azrofi Samara, 2022. “Bahan Ajar Tekanan Hidrostatik dan Hukum Pascal_RA 3”.
- [5] Kresno adi, 2019, “Tekanan Hidrostatik : Rumus, Penjelasan Konsep, dan Kaitannya dengan bejana Berhubungan”, diakses pada 15 mei 2023, dari <https://www.ruangguru.com/blog/tekanan-hidrostatik>
- [6] Sulfiani, Sri Devi, Nurul Chairaat Zainal, Kurniati, 2014. “TEKANAN HIDROSTATIK”.
- [7] UNIMUDA Sorong, 2019, “Jenis-Jenis Penyimpanan Bahan”, diakses pada 15 mei 2023, dari <https://kimia.unimudasorong.ac.id/artikel/jenis-jenis-tanki-penyimpanan-bahan>
- [8] Pullarcot, Sunil. 2015. *Above Ground Storage Tank*. Taylor & Francis Group.

- [9] Novia Rita. 2016. *Teknik Pengolahan Minyak Dan Gas*. Medan: PPPPTK.
- [10] Nita Kristiana, 2023, "Storage Tank", diakses pada 15 mei 2023, dari https://www.academia.edu/7617319/Storage_Tank#:~:text=Storage%20Tank%20Tangki%20timbun%20%28Storage%20Tank%29%20adalah%20tempat,berukuran%20sangat%20besar%20dan%20digunakan%20untuk%20tekanan%20renda.

Daftar Simbol

P	= Tekanan hidrostatik, Pa
ρ	= Massa jenis fluida, kg/cm ³
g	= Percepatan gravitasi, m/s ²
h	= Tinggi fluida dari bagian bawah sampai batas maksimum di dalam tangki, m
T _{min}	= Tebal minimum pelat yang diperbolehkan, inch
H	= Tinggi fluida per-ring, ft
D	= Diameter tangki, ft
G	= Berat specific gravity, -
S	= <i>Maximum allowable stress</i> , lbf/in ²
E	= Joint efficiency, -
CR	= <i>Corrosion Rate</i> / laju korosi, mm/years
t _{desain}	= Tebal awal pelat, mm
t _{aktual}	= Tebal pelat sekarang, mm
ΔT	= Perbedaan waktu, years
RL	= <i>Remaining Life</i> / sisa usia, years